Zur Kenntniss des Wachsthumes von Fissidens.

Von **Hubert Leitgeb.**

(Mit zwei Tafeln.)

Im Nachlasse meines leider so früh verstorbenen jungen Freundes J. Rauter fand sich eine Anzahl von Notizen und Zeichnungen betreffend das Wachsthum von *Fissidens* und *Hypnum*. Er hatte sich die Aufgabe gestellt, zu untersuchen, ob jenes mit zweischneidiger Scheitelzelle und zweireihiger Blattstellung versehene Moos in Bezug auf Wachsthum der Segmente, Anlage der Seitensprosse und Geschlechtsorgane mit den mit dreiseitiger Scheitelzelle wachsenden Moosen übereinstimme, und allgemein, ob die von mir bei *Fontinalis* und *Sphagnum* beobachteten Wachsthumsvorgänge sich in derselben Weise auch bei *Fissidens* (und anderen Moosen) wiederfänden.

Inzwischen wurden nun durch Kühn auch bei den Andreaeaceen dieselben Wachsthumsvorgänge aufgefunden, und sie können dermalen wohl für alle Laubmoose, die mit dreiseitiger Scheitelzelle wachsen, als gültig angenommen werden.

Dass sie auch für *Fissidens* Geltung haben, wurde nun durch Rauter festgestellt, und es ist Zweck nachfolgender Zeilen, auf Grundlage der vorgefundenen Zeichnungen und einiger dieselben ergänzenden eigenen Beobachtungen diese in der That merkwürdige Uebereinstimmung nachzuweisen.

Das Scheitelwachsthum von *Fissidens* wurde von Hofmeister und später von Lorentz studirt. In Bezug auf viele Einzelheiten verweise ich namentlich auf die Abhandlung Lorentz's[1]; ebenso wie ich die von mir gebrauchte Terminologie als bekannt voraussetze.

---

[1] Studien über Bau u. Entwicklungsgeschichte der Laubmoose. 1865.

Entsprechend den Theilungen der Scheitelzelle liegen die Segmente abwechselnd nach rechts und links.

Jedes Segment zerfällt durch die Blattwand *a* in einen inneren und einen äusseren Theil, den Stengeltheil und den Blatttheil des Segmentes [1], und dieser wird durch die auf der Blattwand senkrecht stehende Basilarwand *b* in einen scheitelsichtigen und einen grundsichtigen Basilartheil geschieden. Man vergleiche Fig. 1 und 2 der Taf. I sammt Erklärung.

Der akroskope Basilartheil wächst zum Blatte aus. Die papillöse Hervorwölbung des Segmentes erscheint auf Längsschnitten durch eine Querwand abgegrenzt. Ob aber diese Wand in der That einer durch die ganze Segmentbreite verlaufenden Quertheilung entspricht, was mir wahrscheinlicher ist (vergl. Taf. I, Fig. 3, Wand *a—b*), oder ob diese Abscheidung der Blattpapille nicht durch zwei schiefe, sich unter sehr stumpfen Winkeln aneinander ansetzende Wände geschieht, kann ich hier ebenso wenig wie bei *Fontinalis* (pag. 11) mit voller Sicherheit entscheiden.

Das Wachsthum des *Fissidens*-Blattes wurde von Lorentz genau untersucht. Er gibt (pag. 10) an, dass sich die Blattpapille ganz nach demselben Gesetze zur Blattspreite entwickle, wie alle übrigen Laubmoosblätter, also mit zweischneidiger Scheitelzelle wachse. Es gelte dies ebensowohl für den unteren Theil — die Duplicatur des Blattes, als auch für den oberen Theil, den Flügel, der, soweit er über der Duplicatur befindlich, nach Bau und Entwicklung vollkommen den Charakter einer Blattspreite an sich trüge, während dessen unterer, in der Höhe der Duplicatur gelegener Theil nur als Auswuchs des Blattnerven anzusehen sei.

Der Uebergang von dem unteren Theile zum oberen geht nach Lorentz mit einem Male vor sich — „die Linie, in der sich der reitende Theil des Blattes mit dem darüber liegenden einschichtigen berührt“ (pag. 13), entspricht genau einer Theilungswand der Scheitelzelle. Doch werde dieser Uebergang vorbereitet:

1. durch die allmälige Verkümmerung der einen Hälfte des Blattnerven;

[1] Man vergl. meine Abhandlung über *Fontinalis* pg. 6.

2. durch eine veränderte Gestalt der Scheitelzelle des Blattes, die eine veränderte Richtung der ersten Theilungen in den Segmenten bedingt.

Die Scheitelzelle des Blattes, die sogleich nach ihrer Bildung auf dem Querschnitte durch zwei Kreisbögen ungleichen Halbmessers begrenzt erscheint, vergrössert nach oben ihren radialen Durchmesser im Verhältniss zum tangentialen immer mehr und nähert sich immer mehr der Gestalt, wo oberhalb der Duplicatur der erstere überwiegt, und so eine andere Richtung bedingt wird (pag. 14).

Nach der Vorstellung von Lorentz würde sich also die Gestalt der Scheitelzelle allmälig ändern, auch die in den Segmenten auftretenden ersten Theilungen würden in ihrer Richtung durch die veränderte Gestalt der Scheitelzelle beeinflusst sein, die Theilungsrichtung in der Scheitelzelle würde aber nicht entsprechend der allmäligen Formveränderung geändert werden, sondern plötzlich um 90° umspringen.

Es widerstreitet dies allen bis jetzt bekannten Thatsachen. Die dreiseitige Scheitelzelle an den unterirdischen Keimpflänzchen geht bei deren Hervortreten ans Licht ganz allmälig in die zweiseitige über, ebenso allmälig ist der Uebergang der im Querschnitt gleichseitigen Scheitelzelle an den unterirdischen Sprossen von *Jungermannia bicuspidata* durch Verkürzung der einen Seite in eine im Querschnitt gleichschenkelige Form. Die Theilungsrichtung ist abhängig von der Richtung, in welcher die Zelle ihre Dimensionsveränderungen vollzieht, und hier sollte dies auf die Theilungsrichtungen ohne Einfluss sein?

Nach meinen Untersuchungen wird die Theilungsrichtung der Scheitelzelle allmälig geändert.

Es muss vorerst erwähnt werden, dass schon durch die beiden ersten in der jungen Blattfläche auftretenden schiefen Theilungen der reitende Theil des Blattes abgeschnitten wird, der also nur aus Theilen zweier Segmente besteht.

Man sieht dies schon aus der Figur Rauter's (Taf. I, Fig. 2, Segm. III) im drittjüngsten Segmente, noch besser in Fig. 3 der Taf. I, die uns eine noch jüngere Blattanlage darstellt. Die durch die Wände 1 und 2 abgeschnittenen Segmente haben sich durch

Wände (*n*), welche der Längsachse des Blattes parallel laufen und auf der Blattfläche senkrecht stehen, in einen Randtheil und in einen medianen Theil getheilt; jener wächst zum reitenden Theile aus (einschichtige Blattfläche und intermediäre Zone Lorentz's pag. 11), dieser wird zum Blattnerven. Der Querschnitt des Blattes zeigt eine genaue median liegende Radialwand, die dem Ansatze der ersten schiefen Wand entspricht; rechts und links von ihr die beiden Wände *n*. (Man vergleiche die Zeichnungen Lorentz's, Taf. I, Fig. 16, Taf. III. Fig. 17, Wd. I und II.)

Oberhalb der beiden ersten schiefen Theilungen erscheint das junge Blatt papillenförmig zugespitzt, der Querschnitt nahe der Spitze ist ein Kreis (Fig. 3 *C*). In Seitenansicht (Fig. 3 *B*) zeigen sich noch mehrere schiefe Theilungen. Doch setzt sich die Wand 3 nicht mehr zunächst der Blattmediane, sondern weit seitlich an die Wand 2 an, so zwar, dass nun das dritte Segment weit über die eine Blatthälfte übergreift, und durch die Wand 4 schon nahezu vollkommen die veränderte Theilungsrichtung der Scheitelzelle hergestellt ist Von der Fläche gesehen (Fig. 3 *A*), sieht man also in der Mediane der Blattfläche nur den Ansatz der beiden ersten schiefen Theilungen, der Ansatz der Wand 3 ist am Rande erkennbar.

Dem bedeutenden Übergreifen des dritten Segmentes in die andere Blatthälfte entsprechend, liegt auch die aus ihm für die Bildung des Nervs abgeschnittene Zelle ganz in dieser Hälfte, und die Blattmediane geht durch einen Theil der aus dem Segmente abgeschnittenen Randzelle, die nun in Folge veränderter Wachsthumsrichtung den im Bereiche der Duplicatur liegenden flügelartigen Anhang bildet, der also in Bezug auf seine Anlage einem aus einem Segmente hervorgegangenen Theile der einschichtigen Blattfläche vollkommen gleichwerthig ist. Das vierte Segment bildet nun selbstverständlich schon durchaus Theile der über der Duplicatur liegenden Blattfläche; die in ihm und in allen übrigen Segmenten sich vollziehenden Theilungen stimmen mit den Theilungen der ersten Segmente überein, und sind von Lorentz erschöpfend beschrieben worden.

Nach dem hier durch Fig. 3 dargestellten Typus wachsen nun alle Blätter, bei denen der flügelartige Anhang des Blattnerven sich bis an den Grund des Blattes erstreckt. Dies ist jedoch nicht bei allen Blättern der Fall. Wenn man ein junges Stämmchen von *Fissidens* bis an seinen Grund sorgfältig von den anhaftenden Erdtheilen und dem Wurzelfilze frei präparirt, so sieht man die Blätter successive ihre Gestalt verändern. Wir kommen vorerst, grundwärts fortschreitend, in eine Region, wo der Dorsalflügel nicht mehr bis an den Blattgrund reicht, und an jedem tiefer stehenden Blatte sehen wir ihn weiter spitzenwärts enden; in demselben Masse aber wird auch der über der Duplicatur befindliche schwertförmige Theil kleiner. Endlich kommen wir zu Blättern, die ganz den übrigen Moosblättern analog gebaut sind, also nur den der Duplicatur entsprechenden Theil entwickelt haben. Aber die Vereinfachung erstreckt sich öfters noch weiter, so dass die tiefststehenden, am betreffenden Sprosse zuerstgebildeten Blätter auch den Mittelnerv verlieren, und durchaus eine einschichtige Blattfläche zeigen [1].

Man beobachtet dies namentlich deutlich an in höheren Stengeltheilen entwickelten Seitensprossen [2], wo häufig noch sämmtliche Blätter erhalten sind.

Ich habe die Entwicklung der am Sprosse zuerst gebildeten Blätter untersucht und, wie eigentlich *a priori* erwartet werden musste, gefunden, dass an ihnen eine Drehung der Theilungsrichtung in der Scheitelzelle nicht vorkommt, sondern dass, ähnlich wie bei den übrigen Moosblättern, die zwei Segmentreihen in einer Ebene liegen. Diese Blätter zeigen, wie ich schon erwähnte, keinen flügelartigen Anhang am Blattnerven, dessen Bildung wohl mit der Änderung der Theilungsrichtung in der Scheitelzelle in Beziehung steht. (Man vergl. Taf. II, Fig. 4 *A*, *B*, *C*.) Wenn wir nämlich an den nächsthöheren Blättern bei noch mangelndem Dorsalflügel nur an der Spitze des Blattes einen vertical

---

[1] Vergleiche Schimper: Bryologie.

[2] Leicht beobachtet man diese Verhältnisse an *Fiss. adianthoides*, bei welcher Art die Verzweigung in der Blätter tragenden Region des Stämmchens häufig ist. Ich werde übrigens später bei der Behandlung der Sprossbildung diese Verhältnisse ausführlicher besprechen.

gestellten kurzen Fortsatz sehen, so hat dies, wie sich leicht beobachten lässt, darin seinen Grund, dass die Drehung der Theilungsrichtung der Scheitelzelle erst kurz vor Abschluss des Spitzenwachsthumes stattgefunden hat; wo also mehrere Segmente schon gebildet waren. Tritt nun diese Drehung (die gewiss nur durch das überwiegende Wachsthum der Segmente einer Blatthälfte bedingt ist), früher ein, so wird der Dorsalflügel eben schon in der Blattfläche auftreten, und um so tiefer reichen, je weniger Segmente vor der Geltendmachung der Wachsthumsdifferenz gebildet wurden.

Die beiden Flügel der Duplicatur sind immer ungleich entwickelt, indem der Rand des einen derselben nach der Blattspitze hin in der Fläche des anderen endet (Taf. I, Fig. 10)[1]. Nach dem Grunde des Blattes hin treffen die Ränder der Duplicaturflügel ziemlich genau aufeinander. Auf Querschnitten wird also eine Grössendifferenz zwischen beiden Duplicaturflügeln nur dann in die Erscheinung treten, wenn der Schnitt nahe der Vereinigung derselben geführt wird, während auf tieferen Querschnitten ein solcher Unterschied selbstverständlich nicht beobachtet wird.

Lorentz (pg. 5 und 13) gibt an, dass die kleinere Blatthälfte immer an der Schattenseite liegt. Dies ist nicht der Fall. Richtig ist, dass die meisten Blätter eines Sprosses die schwächer entwickelte Hälfte (jene Hälfte, deren Rand in der Fläche der anderen Hälfte endet) nach derselben Seite gekehrt haben; auch ist dies sehr häufig die Schattenseite, aber nicht selten auch die dem Lichte zugewendete. Es verhalten sich aber weiters auch nicht alle Blätter eines Pflänzchens in dieser Beziehung gleich, so dass ein Theil die an der Schattenseite liegende Blatthälfte, ein Theil die dem Lichte zugewendete stärker entwickelt hat. Es ist also gewiss nicht das Licht (und ebenso wenig die Schwere), wodurch diese ungleiche Ausbildung bedingt ist. Auch steht diese ungleiche Ausbildung der Blatthälften in keiner Beziehung zur Stellung der Blätter, denn es wechseln die verschieden ausgebildeten Blätter ganz regellos mit einander ab.

---

[1] Schimper (Bryologie) bildet dies besonders deutlich bei *Fissidens rivularis* ab; es ist aber bei allen Arten leicht zu beobachten.

Ich glaube vielmehr, dass der Grund dieser ungleichen Entwicklung in der eigenthümlichen Knospenlage der Blätter zu suchen ist.

Wie nämlich aus Taf. I, Fig. 2 ersichtlich, bleibt anfangs der die Duplicatur bildende Blatttheil gegen den verticalen Spreitentheil in der Entwicklung weit zurück. Der verticale Blatttheil des nächstjüngeren Blattes wird theilweise von den Flügeln der Duplicatur umfasst, sieht aber mit seiner Spitze etwas aus derselben hervor. (Vergl. Blatt IV und III dieser Fig.) Durch seine rasche Vergrösserung drückt sein Rand auf das nächst ältere Blatt, und es kann sich selbstverständlich dieser Druck nur auf den Rand eines Flügels der Duplicatur äussern, der also, da ja in diesem Theile des Blattes noch durch längere Zeit Randwachsthum stattfindet, dadurch und zwar genau an der Berührungsstelle, in seinem Breitenwachsthume gehemmt wird. Auf welchen Flügel diese Einwirkung erfolgt, scheint ganz unbestimmt zu sein und von Zufälligkeiten in der Entwicklung abzuhängen.

An der Stelle, wo die obere Blattfläche den Stengel trifft, stehen bei allen Fissidensarten längs der ganzen Blattinsertion gegliederte Haare. Ihre Ursprungszellen gehören, wie aus Taf. I, Fig. 1 und Taf. II, Fig. 11 ersichtlich ist [1], mit dem betreffenden Blatte demselben Segmente an. Doch bleiben sie, wenn man ältere Blätter vom Stämmchen losreisst, meist am Stengel haften. Sie werden dadurch nicht selten zerrissen, und auch hier beobachtet man öfters, dass die Membran einzelner Gliederzellen als Spiralband zerreisst, wie wir es auch, um nur ein Beispiel zu erwähnen, bei den die Luftwurzeln mehrerer Orchideen bekleidenden Haaren beobachten können.

Fissidens stimmt auch betreffs der Verzweigung mit den übrigen Moosen überein. Es nehmen nämlich die Seitensprosse in gleicher Weise aus einer dem basiskopen Basilartheile des Segmentes angehörigen Zelle ihren Ursprung. Diese Zelle liegt in

[1] Bei Vergleichung dieser Figuren, mit denen in meiner Abhandlung über *Fontinalis* publicirten ergibt sich sofort die Uebereinstimmung in der Anlage dieser Trichome.

der Achsel und genau in der Mediane des grundwärts anliegenden Segmentes. Um diese Lage der Zelle zu verstehen, ist es nothwendig, über das Wachsthum der Segmente einige Bemerkungen zu machen: Wenn man an einem durch die Sprossspitze von *Fontinalis* geführten Längsschnitt [1] die Begrenzung der Segmente betrachtet, so findet man, dass die Durchschnitte der Hauptwände der älteren Segmente als quergestellte und ziemlich gerade Linien von der Axe bis an die Peripherie verlaufen, dass also Ebenen, welche durch die Basen zweier unmittelbar übereinander stehender Blätter und quer durch den Stamm gelegt werden, ungefähr auch mit der apicalen und basilären Begrenzung eines Segmentes (das dem höheren Blatte seinen Ursprung gab) zusammenfallen. Ganz anders ist es bei *Fissidens*:

Hier werden die Hauptwände der Segmente, die wahrscheinlich schon bei ihrer Anlage gegen die Scheitelzelle stark concav sind, bei der Sprossstreckung nicht in ihrem ganzen Verlaufe durch das Stämmchen horizontal, sondern nur in ihren inneren Theilen. Es verläuft daher am Längsschnitte die Durchschnittslinie einer Hauptwand anfangs horizontal nach aussen, biegt sich dann aber nahe der Peripherie unter einem scharfen Winkel spitzenwärts. (Fig. 2, Taf. I), um sich dann in die freie Blattfläche fortzusetzen. Es fallen daher die verticalen Grenzen eines Segmentes nicht mit den Blattinsertionen zusammen, sondern es erstreckt sich jedes Segment im Stamme weiter grundwärts, als dies an der Peripherie durch die Blattinsertion angedeutet ist. Jedes Segment, in so weit es am Stammaufbau theilnimmt, stellt uns also eine halbkreisförmige Scheibe mit aufgebogenem Rande dar, in welche, wie in eine Halbschale, das spitzenwärts anstossende Segment hineingestellt erscheint. Daraus folgt, dass die basiskope Segmenthälfte nur in ihrem apicalen Theile an die Peripherie grenzt und die also ihr angehörigen Zellen nicht blos dicht an der Blattinsertion liegen, sondern sich theilweise selbst unter dieselbe erstrecken können. (Taf. I, Fig. 2, Sgm. VII.)

---

[1] Vgl. die Abhandlung über *Fontinalis*, oder Sachs, Lehrbuch der Bot. III. Aufl. Fig. 106.

Zum Studium der Verzweigung ist *F. adianthoides* besonders geeignet. Die meisten Stämmchen zeigen ein bis zwei Äste, die aus dem Grunde der Blattduplicatur entspringen, und an ihrer Basis zahlreiche Rhizoiden tragen. Die untersten Blätter dieser Seitensprosse stecken noch theilweise in diesem Rhizoidenfilz, haben den schon oben erwähnten einfachen Bau und sind nach drei Seiten angeordnet. Erst in der Regel mit dem fünften Blatte tritt die genau zweizeilige Stellung hervor, womit meist auch schon die normale Blattform erreicht ist. Sind mehrere Seitensprosse vorhanden, so stehen die jüngeren immer der Spitze näher, was auf eine akropetale Entstehungsfolge hinweist. Ausser diesen entwickelten Seitensprossen findet man aber sehr häufig in den Blattachseln Zellhöcker, an denen man entweder schon deutlich Blätter bemerkt, oder deren Spitze nur von einer Gruppe Keulenhaare eingenommen ist. Dass die ersteren junge Sprossen sind, ist auf den ersten Blick zweifellos; aber ebenso leicht überzeugt man sich bei vergleichender Beobachtung verschiedener Entwicklungszustände jener mit Keulenhaaren besetzten Höcker, dass auch sie Jugendzustände von Seitensprossen sind.

Diese Sprossanlagen zeigen nun so jüngere Entwicklungszustände, je näher der Spitze sie gelegen sind. Doch werden sie erst an Blättern bemerkbar, die aus der Gipfelknospe herausgetreten sind. Es wird dies leicht erklärlich, wenn man berücksichtigt, dass in der Gipfelknospe ja der freie Theil des basiskopen Basilartheiles noch kaum entwickelt ist, dass also ein Platz zur Sprossanlage noch gar nicht vorhanden ist. Aber schon an dem der Gipfelknospe zunächst gelegenen Blatte bemerkt man häufig mehrere auffallend grössere Zellen, die sich aber ausserdem auch durch ihren wasserhellen Inhalt von den übrigen Zellen unterscheiden (Taf. I, Fig. 4). Eine dieser Zellen (vielleicht immer die mittlere?) wird nun zur Sprossmutterzelle, indem aus ihr durch schiefe, nach drei Seiten geneigte Wände eine dreiseitige Scheitelzelle herausgeschnitten wird. Taf. I, Fig. 5 zeigt ein solches Stadium. (In Seitenansicht war der Zellhöcker noch kaum bemerkbar.) Die zuerst gebildeten Segmente bilden noch keine Blätter, werden aber durch Radialtheilungen in den

Seitenwänden der Scheitelzelle parallel verlaufende Reihen von Zellen zerlegt, deren einige zu kurzen Haarpapillen auswachsen, die sich allseitig dicht über die Scheitelzelle darüber legen. In diesem Entwicklungsstadium sind die Höcker schon sehr auffallend und lassen sich ohne viele Mühe an den betreffenden Stellen längs des ganzen Stämmchens nachweisen. Man findet solche Sprossanlagen bis an den Grund des Stämmchens hin, während öfters aus der Achsel weiter spitzenwärts gelegener Blätter vollkommen entwickelte Seitensprosse ihren Ursprung nehmen. Es scheinen diese Höcker immer aus vollkommen lebensfähigen Zellen zu bestehen, ihre Wände sind farblos, während die Wände der benachbarten Zellen schon eine intensiv braune Färbung zeigen. Ich glaube, dass solche Sprossanlagen noch entwicklungsfähig sind, also eine Art „ruhender Augen", und den Ausgangspunkt der Innovationen darstellen.

Einen noch älteren Zustand eines Seitensprosses zeigt Taf. I, Fig. 6. Schon sind drei Blätter entwickelt, die nach $^1/_3$ stehen. Auch das nächste Segment ist ungefähr mit derselben Divergenz angelegt, aber das darauf folgende (in der Fig. jüngste) zeigt schon die Divergenz $^1/_2$: die Scheitelzelle ist zweischneidig geworden. Ausserhalb der drei Blätter liegen die oben erwähnten aus den drei ersten Segmenten hervorgewachsenen Haare (*h*).

Ein älteres Stadium zeigt Taf. I, Fig. 7, deren Erklärung sich aus der früheren Figur ergibt. Hier haben sich in den Blattachseln der beiden ältesten Blätter schon die an entwickelten Sprossen immer vorhandenen Haare gebildet.

Seitensprosse, auch wenn sie noch ganz in der Blattduplicatur stecken, zeigen an ihrem Grunde, unterhalb der ersten Blätter, immer schon zahlreiche Rhizoiden. Einige davon fallen durch ihre grössere Weite vor den übrigen besonders auf, und es lässt sich durch Vergleichung verschiedener Entwicklungszustände constatiren, dass sie durch Auswachsen der an den erstgebildeten Segmenten auftretenden Haare entstanden sind. Es haben diese Haarpapillen für den Spross also eine doppelte Bedeutung: sie schützen die Scheitelzelle während des ersten Stadiums der Sprossentwicklung und eventuell der Ruheperiode, wo noch keine Blätter vorhanden sind, und sie ver-

mitteln in späteren Stadien die Bewurzelung des häufig selbstständig werdenden Sprosses.

Ganz ähnlich wie *Fiss. adianthoides* verhält sich auch *Fiss. grandifrons Brid.* In Taf. I, Fig. 8 ist ein sehr junges Stadium der Sprossanlage (aus einer der Gipfelknospe zunächst gelegenen Blattachsel) dargestellt. In den drei schon gebildeten und deutlich erkennbaren Segmenten ist noch keine Haarbildung wahrzunehmen. Schon ist dies aber der Fall in dem in Fig. 9 abgebildeten Stadium. Auch zeigt der opt. Längsschnitt (Fig. 9 *A*) die zugeschärfte Scheitelzelle. Auch hier bemerken wir, dass die Segmente auf die Scheitelfläche der Scheitelzelle hinübergreifen, eine Thatsache, die ja auch an entwickelten Sprossen, die mit zweischneidiger Scheitelzelle wachsen, vorkommt, und schon oben gewürdigt wurde. Es erklärt uns dies auch die Erscheinung, dass, wenn man das Mikroskop zuerst auf die Scheitelfläche der Scheitelzelle und dann successive tiefer einstellt, die Scheitelzelle zuerst weiter wird und erst dann sich wieder verengt. (Vergl. Taf. II, Fig. 1.)

Entsprechend der dreiseitigen Scheitelzelle sind auch hier die ersten Blätter nach $^1/_3$ gestellt. Man sieht dies in Taf. II, Fig. 4, die eine ältere Sprossanlage darstellt. Die Blätter *A* und *C* haben ihr Wachsthum schon abgeschlossen. Am Blatt *C* waren nämlich schon sämmtliche Zellhäute gebräunt, an Blatt *A* war aber weiters die Scheitelzelle schon dickwandig, und in Form einer Spitze hervortretend, hatte also schon ganz den Habitus der die Spitze der untersten einfach gebauten Blätter einnehmenden Zelle angenommen. [1]

---

[1] Es stehen hier die aus den ersten Segmenten entspringenden Haare nicht rings um die Sprossanlage, sondern nur nach zwei Seiten, während an der dritten Seite schon das rudimentäre Blatt *C* des Segmentes *I* steht. Es ist also möglich, dass dies Blatt schon einem Segmente des ersten Umlaufes angehört, wenn auch vielleicht nicht das Segment seiner ganzen Breite nach in die Blattbildung einbezogen wurde. Auch an Segmenten des zweiten Umlaufes, die also immer schon Blätter entwickeln, beobachtet man öfters am Blattrande eine Haarpapille, deren Lage dafür spricht, dass auch hier eine am Seitenrande des Segmentes liegende Zelle nicht in die Blattfläche einbezogen wurde, sondern sich selbstständig zu einem Haare entwickelte. Anderseits beobachtet man öfters unter den die

Fiss. polyphyllos Schimp. ist ebenfalls häufig verzweigt. Die Verhältnisse der Verzweigung sind ganz dieselben wie bei den oben besprochenen Arten; auch hier findet man häufig genug die Sprossanlagen als blattlose oder mit ein paar Blättchen besetzte Höcker, die aber aus der Blattachsel heraus- und am Sprosse etwas spitzenwärts gerückt sind. Die Deckhaare der Zellhöcker sind hier auffallend lang und mehrzellig.

Auch bei *F. bryoides* entspringen die Zweige aus den Blattachseln. Doch ist die vegetative Zweigbildung wohl immer auf die tieferen Partien des Stämmchens beschränkt. Es gelang mir nie, näher der Spitze eine vegetative Sprossanlage aufzufinden, so dass es kaum zweifelhaft ist, dass dieselben überhaupt erst in älteren Stammtheilen angelegt werden. In welcher Weise dies geschieht, hatte ich nicht Gelegenheit zu beobachten; so dass ich es dahingestellt lassen muss, ob auch hier, ähnlich wie bei den früheren Arten, die ersten Segmente mit $1/3$ Divergenz angelegt werden, oder ob hier ähnlich wie bei der später zu besprechenden Anlage der männlichen Ästchen schon vom Anfange an eine zweischneidige Scheitelzelle vorhanden ist. Zweifellos aber ist es, dass auch hier die Sprossmutterzellen schon zunächst (in) der Vegetationsspitze angelegt werden. Denn so wie bei den früheren Arten findet man in den Achseln vieler Blätter längs des ganzen Stämmchens und genau an den Stellen, welche der Seitenspross einnimmt, eine (oder zwei) grössere Zellen, deren Wände ungebräunt bleiben In den Achseln vieler Blätter sind diese Zellen zu sehr langen, auffallend weiten und starken und vielfach verzweigten Haaren ausgewachsen. Wenn man an solchen Sprossen successive der Spitze nähere Blätter untersucht, so kann man die Entstehung dieser Haare aus jenen Zellen leicht verfolgen. Sie erscheinen zuerst als weite, nach der Sprossspitze gerichtete Papillen, später als grüne Schläuche, mit schiefgestellten Querwänden, und gleichen so ganz den Protonemafäden, als welche sie auch zweifellos anzu-

Gipfel des (noch blattlosen) Zellhöckers deckenden Haaren bandförmige Lappen, die aus zwei, selbst drei Zellreihen bestehen, nach der Spitze und dem Grunde hin schmäler werden, und meist nur mit einer Zelle inserirt sind, was unzweifelhaft auf ihre Abstammung aus Trichomen hinweist.

sehen sind. Man findet nicht selten Sprosse, wo fast in jeder Blattachsel ein solches Trichom entspringt, das aber immer dort fehlt, wo in der Blattachsel ein Seitenspross seinen Ursprung nimmt. [1]

Es ist diese gleichartige Abstammung der Seitensprosse und der Protonemafäden jedenfalls eine merkwürdige Thatsache, die ihre volle Bedeutung vielleicht erst erhält, wenn man die Anlage der männlichen Äste in Vergleich zieht.

Bekanntlich steht bei *Fiss. bryoides* die weibliche Inflorescenz an der Spitze eines Sprosses, der längs seines ganzen Verlaufes in den Blattachseln und fast ganz in der Duplicatur verborgen, gestielte knospenförmige männliche Ästchen trägt. Diese sind in der Regel um so jünger, je weiter spitzenwärts sie stehen; doch findet man öfters auch an tieferen Stammtheilen jüngere Zustände. In den Achseln der untersten Blätter des Sprosses findet man an Stelle der männlichen Ästchen häufig jene oben erwähnten Protonemafäden. — Die wenigen (meist drei) Antheridien sind von zwei, drei, seltener vier Blättern umhüllt; einmal fand ich selbst nur ein einziges Blatt entwickelt. Sind nur zwei Blätter vorhanden, so gleichen sie den ersten Stengelblättern (vergl. pg. 51), die spätern zeigen dann successive die Annäherung an die normale Blattform, ganz in derselben Weise, wie wir dies auch an den vegetativen Sprossen beobachten. Schon die ersten beiden Blätter zeigen die Divergenz $^1/_2$, und zwar steht das erste Blatt schief nach oben, das zweite schief nach unten. Es scheint, dass diese Stellung der ersten Blätter constant eingehalten wird.

Wo reichlich männliche Ästchen vorkommen, unterliegt es gar keiner Schwierigkeit, ihre Anlage und Entwicklung zu verfolgen. Die betreffende Zelle wächst zuerst zunächst ihrer apicalen Quer-

---

[1] Meist wächst nur eine Zelle aus, öfters aber auch zwei, die meist schief übereinander stehen. (Vergl. Taf. II, Fig. 12, die Zelle *a* und ihre Schwesterzelle.) Übrigens findet man, wiewohl sehr selten, auch zwei männliche Ästchen in derselben Blattachsel, die zweifellos selbständigen Ursprunges sind; was übrigens auch bei anderen Moosen (*Fontinalis*) vorkommt.

wand papillös hervor (Taf. II, Fig. 5), und es lässt sich in diesem Stadium die Sprossanlage von der Anlage eines Protonemafadens nicht unterscheiden. Während nun aber im letzteren Falle die in der auswachsenden Papille auftretende Querwand (in der Regel) ganz ausserhalb der Stengeloberfläche liegt, setzt sie sich bei der Sprossbildung (in der Regel) an eine einer Stengelzelle angehörige Längswand (Taf. II, Fig. 8) oder an die obere Querwand der Sprossmutterzelle an. Durch die nächste, schief nach oben geneigte Wand wird schon die zweischneidige Scheitelzelle gebildet und zugleich auch das erste blattbildende Segment angelegt. Wie viel weiter noch Segmente gebildet werden, ist unbestimmt, wie es sich schon aus der wechselnden Zahl der die Antheridien umhüllenden Blätter ergibt. Für die Antheridienbildung scheint nur die Scheitelzelle und ein Segment verwendet zu werden; doch habe ich darüber keine Gewissheit und weiss nur, dass das erste Antheridium sich durch Auswachsen der Scheitelzelle bildet.

Ich habe oben erwähnt, dass die über die Stengeloberfläche herausragende Papille durch eine Querwand, welche sich entweder an die Längswand einer Stengelzelle oder an die obere Querwand der Sprossmutterzelle ansetzt, abgeschnitten wird. In jedem Falle liegt die nach Bildung des ersten blattbildenden Segmentes in ihrer Form und Lage fixirte Scheitelzelle ganz ausserhalb der Stengeloberfläche, über welche endlich auch die Insertionen der ersten Blätter durch Streckung der basilären Segmenttheile emporgehoben werden, so dass die Knospe nun gewissermassen gestielt erscheint.

Ein interessanter Ausnahmsfall ist in Taf. II, Fig. 7 dargestellt. Nach dem Verlauf der Wände ist es zweifellos, dass in der aus der Stengeloberfläche hervorgewachsenen Papille die erste Querwand (1) ganz ausserhalb der Stengeloberfläche aufgetreten ist, dass dann abermals eine Querwand (2) sich bildete, und dass erst in der so gebildeten Endzelle durch Auftreten von schiefen Wänden die Sprossbildung eingeleitet wurde. Es wuchs also die Papille einige Zeit mit dem Charakter eines Protonemafadens, in dessen Spitzenzelle endlich der Spross angelegt wurde.

Wenn wir bedenken, dass, wie schon oben erwähnt, dieselbe Zelle, welche in den mittleren und höheren Regionen des Stämmchens den männlichen Spross producirt, in den tieferen Partien häufig zu einem Protonemafaden ausgewachsen erscheint und dass, wie in der oben besprochenen Figur, der Spross in der That ganz ausserhalb des Muttersprosses angelegt werden kann, so ist es wohl nicht zweifelhaft, dass diese protonemaartige Verlängerung der Sprossmutterzelle sich auch auf weitere Entfernungen erstrecken könne, womit dann selbstverständlich eine Individualisirung des Seitensprosses verbunden sein müsste. Es würde dadurch die Monöcie dieses Mooses für diesen bestimmten Fall in eine Diöcie übergeführt[1].

Auch *Fissidens rufulus* ist häufig verzweigt. An von der Spitze weit entfernten Blättern, wo Sprossanlagen noch nicht bemerkbar sind, findet sich in der Blattachsel und fast ganz unter dessen Insertion hineingedrückt, eine (seltener zwei) auffallend grössere Zelle, mit ungebräunter Membran, jenen schon oben erwähnten Sprossmutterzellen ähnlich. Es scheint also, dass hier diese, schon in der Sprossspitze angelegten Zellen lange die Fähigkeit bewahren, zu Sprossen auszuwachsen, und so den Ausgangspunkt der Innovationen darstellen.

---

[1] Schimper (Bryologie) gibt an, dass an jungen Pflänzchen die männlichen Blüthen sehr sparsam, zuweilen gar nicht vorkommen, und erst an den Innovationen erscheinen. Es ist dies offenbar ein analoger Vorgang nur mit dem Unterschiede, dass hier statt des Protonema die höhere Entwicklungsform — der beblätterte Spross eingeschaltet erscheint. Vielleicht erklärt uns diese Thatsache überhaupt das Entstehen diöcischer Fissidenten, wie des *Fiss. osmundoides*.

Auch bei mehreren Dicranum-Arten bilden sich nach Schimper männliche Pflänzchen häufig an dem den weiblichen Pflanzen entspringenden Wurzelfilze, und von manchen Arten ist überhaupt nur diese Form der männlichen Pflanzen bekannt. Nun kennen wir auch viele monöcische Dicranum-Arten, bei denen die Geschlechtervertheilung (die Stellung der männlichen Äste auf der weiblichen Pflanze) mit der bei *Fissidens bryoides* übereinstimmt. Es wäre immerhin der Mühe werth, zu untersuchen, ob die die männlichen Pflänzchen erzeugenden Fäden nicht vielleicht mit der Astbildung in ähnlicher Weise wie bei dieser Pflanze zusammenhängen.

Dass übrigens an Stelle eines Seitensprosses ein kürzerer oder längerer Protonemafaden entstehen kann, dessen Spitze erst den Spross bildet, ist eine auch bei manchen Lebermoosen nicht seltene Erscheinung.

Von *Fissidens osmundoides* hatte ich nur einzelne unverzweigte fruchttragende Sprosse zur Untersuchung. An diesen fand ich in den Achseln sämmtlicher Blätter je eine papillös hervorragende Zelle mit ungebräunten Wänden. Es ist wohl keinem Zweifel unterworfen, dass auch hier von diesen Zellen die Bildung der Innovationen und eventuell starker Protonemafäden ausgeht.

Fissidens taxifolius ist die von Lorentz vorzüglich studirte Art. Hier soll die Verästelung nur im untersten Stammtheile und unterhalb der untersten Blätter vor sich gehen; doch stehen die Äste zweizeilig und in der Ebene der oberhalb beginnenden Blätter. Von den in einer Rosette stehenden Pflänzchen können höchstens sechs als aus einander entstanden nachgewiesen werden.

Die zu einer Rosette vereinigten Sprosse sind ungleichen Alters. Die ältesten, am weitesten entwickelten zeigen ihren Grund in einem so dichten Haarfilz versteckt, dass es unmöglich ist, die Oberfläche des Sprosses ohne Verletzung derselben davon frei zu bekommen. Besser gelingt dies bei jüngeren Sprossen, und da gewahrt man fast jedesmal am Grunde desselben zwei jüngere Sprossanlagen. Sie stehen sich nicht genau gegenüber, sondern sind etwas nach einer Seite gerückt. Sie sind immer die einzigen Secundäraxen der relativen Primäraxe, so dass man es mit voller Sicherheit aussprechen kann, dass jeder Spross nur zwei Sprosse nächst höherer Ordnung producirt. Wenn man nun eine dieser jüngeren Sprossanlagen sorgfältig freipräparirt und wieder ihren Grund untersucht, so findet man auch hier wieder und in derselben Lage zwei natürlich noch weit jüngere Sprossanlagen, an denen entweder schon deutlich Blätter erkennbar sind, oder die nur in Form von Höckern erscheinen, deren Scheitel (so wie bei den in den Blattachseln von *Fiss. adianthoides*, *grandifrons* und *polyphyllos* vorkommenden) von allseitig zusammenneigenden kurzen Haaren bedeckt ist. Namentlich bei solchen noch blattlosen Anlagen überzeugt man sich vollkommen deutlich, dass auch sie in den Achseln von allerdings sehr kleinen und immer schon gebräunten Blättern stehen, und es ist nicht zu zweifeln, dass sie ganz in gleicher Weise, wie bei den übrigen

Arten angelegt werden[1]. Ich habe aber keine volle Gewissheit darüber, ob die Sprossanlage wie bei den eben genannten Arten durch eine dreiseitige Scheitelzelle erfolge, oder ob etwa wie bei *Fiss. bryoides* auch hier schon vom Anfange an eine zweischneidige Scheitelzelle vorhanden sei. Gewiss ist nur so viel, dass die die ersten Blätter bildenden Segmente schon eine zweischneidige Scheitelzelle einschliessen, dass also, falls eine dreiseitige Segmentirung überhaupt vorkommt, durch diese nur blattlose Segmente gebildet werden. Ich möchte das letztere für wahrscheinlicher halten, und zwar deshalb, weil ich in der That ein paarmal ganz junge Höcker (ohne Haarbildung) auffand, an deren Spitze ich die dreiseitige Scheitelzelle zu erkennen meinte, ferners, weil die beiden ersten Blätter öfters in der That nicht genau nach $1/2$ zu stehen scheinen, und weil die oben erwähnte ähnliche Stellung der Sprossanlagen auf eine kleinere Divergenz hinweist. Ich habe in Taf. II, Fig. 9 eine junge Sprossanlage abgebildet, an der eine Blattbildung noch nicht deutlich erkennbar ist. Ueber die Segmentirung ausserhalb der beiden Segmente *I* und *II* lässt sich absolut nichts sagen. Die Stellung der Haarinsertionen (*h*) deutet allerdings eher auf eine zweiseitige, als auf eine dreiseitige Segmentbildung. In Fig. 10 ist dasselbe Präparat im optischen Längsschnitt dargestellt. Die hier ersichtliche schiefe Stellung der Axe der Sprossanlage gegen die Axe des Muttersprosses ist mit Ursache, warum es so schwierig ist, in einer Queransicht Segmente mehrerer Umläufe projicirt zu erhalten.

Eine ältere Sprossanlage zeigt Fig. 11: Ein vollkommen ausgewachsenes Blatt (*I*) zeigt schon an seinem Grunde ein Haar (vergl. Fig. 1 und 2 der Taf. I); auch die jüngeren Segmente zeigen schon Blattbildung. Da, wie ich oben erwähnte, die Sprosse immer in der Achsel eines Blattes stehen, und zwar der beiden zuerst gebildeten Blätter, so hätte, da, wie nicht zu zweifeln, auch

[1] Obwohl ich es nie beobachtet habe, so wäre es immerhin möglich, dass ein Seitenspross schon in früheren Segmenten, etwa in jenen, welche die ersten Blätter bilden, angelegt würde. Da die Anlagen aus dem basiskopen Segmenttheile (d. i. Blatttheile des Segmentes) hervorgehen, so müsste der Seitenspross dann selbstverständlich unterhalb der ersten Blätter inserirt erscheinen. Aber, wie gesagt, es scheint dies nie vorzukommen.

an dieser Knospe, und zwar in einem wenig späteren Entwicklungsstadium Zweigbildung eingetreten wäre, diese offenbar in den Segmenten *III* und *IV* stattfinden müssen. Wenn wir nun diese Figur und zwar das Segment *III* mit der Fig. 1 der Taf. I und wieder mit dem Segmente *II* (das ungefähr denselben Entwickungszustand zeigt) vergleichen, so fällt uns vor allem der Unterschied in der Entwicklung des basiskopen Basilartheiles auf, der hier in seiner ganzen Höhe frei an der Oberfläche liegt, während er dort durch die Aufstülpung des grundwärts anliegenden Segmentes fast ganz bedeckt wird. Es wäre möglich, dass gerade hierin der Grund läge, warum Sprossanlagen überhaupt nur in den früheren Entwicklungszuständen eines Sprosses zur Ausbildung gelangen.

Fiss. taxifolius stimmt also in Bezug auf den morphologischen Ort der Zweiganlage mit den übrigen Fissidenten vollkommen überein, und unterscheidet sich von ihnen nur dadurch, dass bei dieser Art nur in den ersten Stadien der Sprossentwicklung Seitenzweige angelegt werden, und dass deren Zahl eine beschränkte (2) ist, während dort Zweiganlagen auch an weiter entwickelten Sprossen und an von der Vegetationsspitze weiter entfernten Segmenten noch auftreten können.

Diese Eigenthümlichkeit erklärt uns auch die Stellung der männlichen und weiblichen Äste, die bei dieser Art immer grundständig sind.

Lorentz (pg. 5) gibt an, dass sich an niederliegenden Stengeln häufig auch in der Blattzone Wurzelfasern bilden, die aus den Blattachseln entspringen.

Man finde daher später, wenn durch Abfaulen der Blätter u. dgl. der Stengel blattlos erscheint, denselben mit zweizeilig gestellten Wurzelbüscheln besetzt. Lorentz meint ferner, dass die „zarten Fäden in den Blattachseln“ (d. i. die oben besprochenen gegliederten Haare) sich zu diesen Rhizoiden umgestalten.

So weit meine Beobachtungen reichen, kommt ein Auswachsen der bei so vielen Moosen an dem apicalen Rande der Blattinsertionen stehenden Haare nirgends vor.

Auch bei *Fiss. taxifolius* geschieht die Protonemabildung aus jener Stelle der Stammoberfläche, an welcher bei andern

nahe verwandten Arten die Seitensprosse inserirt sind. Auch bei dieser Pflanze finden wir hier häufig eine grössere, mehr weniger papillös hervorragende Zelle mit lichter Membran, und es lässt sich leicht nachweisen, dass es diese Zelle ist, welche zu einem Protonemafaden auswächst. Häufig finden wir auch zwei Zellen zu weiten grünen Schläuchen ausgewachsen, die entweder vertical oder schief übereinander stehen. So finden wir es hauptsächlich in der oberen Region des Sprosses. An älteren Stammtheilen finden wir nun allerdings auch andere, mehr weniger entfernte Zellen in Schläuche ausgewachsen, wie ja anderseits bekanntlich fast jede Oberflächenzelle des Moospflänzchens einen Protonemafaden entsenden kann.

Es ist zuerst durch Hofmeister die merkwürdige Thatsache bekannt geworden, dass die im Boden verborgenen Sprosse von mehreren Fissidensarten mit dreiseitiger Scheitelzelle wachsen, und dass diese dreiseitige Segmentirung erst unter dem Einflusse des Lichtes in die zweiseitige übergeführt wird [1]. Nach den oben mitgetheilten Untersuchungen wachsen (bei einigen Fissidensarten) auch die oberirdisch angelegten Seitensprosse anfangs mit dreiseitiger Scheitelzelle. Mit der Änderung der Segmentirung und Blattstellung geht auch die abnorme Ausbildung der Blätter Hand in Hand.

Um so auffallender ist in dieser Beziehung das Verhalten von *Fiss. bryoides*. Auch hier wachsen, wie Hofmeister zeigte, die noch unterirdischen Sprossen mit dreiseitiger Scheitelzelle, und

[1] Das gleiche wird auch von Schistostega angegeben. Dass die unterirdisch angelegten und noch blattlosen Sprosse eine 3seitige Scheitelzelle haben, habe ich mehremale beobachtet; doch will mir scheinen, dass dies auch bei den oberirdischen und beblätterten Sprossen der Fall sei. Ich habe nur Herbarmaterial untersucht, und da fand ich an der Spitze auch der sogenannten sterilen Sprosse, welche verticale Blattinsertionen zeigten, eine dreiseitige Scheitelzelle, deren Vorhandensein an den fertilen ja schon aus der Blattstellung erschlossen werden kann. Uebrigens sagt Hofmeister dies ebenfalls in „Zusätze und Berichtigungen . . . .“ in Pringsheim's Jahrbücher Bd. III. pag. 275; während spätere Angaben mit der eingangs erwähnten Ansicht übereinstimmen. (Morphologie p. 515.)

es stehen daher auch die ersten noch unterirdisch angelegten Blätter dreizeilig. Bei den oberirdisch angelegten männlichen Ästen zeigen aber schon die ersten Segmente die Divergenz $^1/_2$.

Es wäre möglich, dass dies verschiedene Verhalten im Zusammenhang stände mit der ungleichen Ausbildung der Sprossmutterzelle kurz vor Beginn der Segmentirung. Bei den mit dreiseitig segmentirten Zweiganlagen versehenen Formen liegt die Sprossmutterzelle zur Zeit des Auftretens der ersten Theilungen und der dadurch bedingten Bildung der Scheitelzelle noch ganz in der Oberfläche des Muttersprosses, während hier die Sprossmutterzelle zuerst papillös auswächst, und sich dann erst theilt. Nun ist es nach dem Verhalten der Keimpflänzchen nach der übereinstimmenden Entwicklung der Segmente etc. wohl im höchsten Grade wahrscheinlich, dass die Vorfahren unserer Fissidenten mit dreiseitiger Scheitelzelle wuchsen und eine dreizeilige Blattstellung zeigten, dass also die zweizeilige Stellung und ebenso die abnorme Ausbildung der Blätter eine erst später erworbene Eigenschaft sei. Es liesse sich dann wohl begreifen, dass dort, wo die zu segmentirende Zelle noch ganz im Gewebe eingebettet und der intensiven Lichtwirkung theilweise entzogen ist, noch der ursprüngliche Wachsthumstypus sich geltend machen könne, während hier, wo die Sprossmutterzelle grossentheils freiliegt, auch schon die ersten Theilungen unter dem Einflusse des Lichtes stattfänden.

Erklärung der Tafeln.

Die Figuren sind sämmtlich mit der *Camera lucida* entworfen. Die in ( ) stehenden Zahlen geben die Vergrösserung an.

Die Figuren 1 und 2 der Tafel I, ferner 1. 2 und 3 der Tafel II sind Copien nach Zeichnungen J. Rauter's.

Tafel I.

Fig. 1 (320). Längsschnitt durch die Vegetationsspitze von *F. taxifolius*. VI – I. Segmente (sammt Blättern) in ihrer genetischen Folge. *x* Zellen, den Segmenten VI, V und IV angehörig, aus denen Haare (*h*) entspringen. *v* Scheitelzelle, *a* Blattwand. *b* Basilarwand. (Vergl. Text pg. 48.)

Fig. 2 (320). Ein ähnlicher Längsschnitt. Bezeichnung wie oben.

Fig. 3–7. *Fiss. adianthoides*.

Fig. 3 (540). Ein junges Blatt aus der Vegetationsspitze eines vollkommen entwickelten Sprosses. Die sich entsprechenden Wände sind in den Figuren gleich bezeichnet.

A. Flächenansicht von der Scheitelzelle aus.

B. Seitenansicht (senkrecht auf die Ebene des sich später ausbildenden Blattflügels).

C. Spitzenansicht in Einstellung auf die im Querschnitt kreisförmige Scheitelzelle und in tieferer Einstellung auf den Blattgrund.

Fig. 4 (350). Oberflächenansicht eines Sprossstückes unmittelbar ober der Insertion und zunächst der Mediane eines der Sprossspitze nahen Blattes. Man erkennt die auffallend grossen Zellen, aus denen (wahrscheinlich immer nur aus der mittleren) der Seitenspross hervorgeht. Die unmittelbar unter diesen Zellen befindliche Querreihe kleinerer Zellen (Ursprungsstellen der Haare) gehört schon dem tieferen Segmente an. Beim Losreissen der Blätter bleiben die Haare meist am Sprosse fixirt.

5*

Fig. 5 (350). Ansicht wie in der früheren Figur mit einer sehr jungen Sprossanlage, welche als kaum merklicher Höcker über die Stammoberfläche hervortrat.

Fig. 6 (350). Ein weiter entwickelter Seitenspross im optischen Querschnitt. Aus den Segmenten des ersten Umlaufes sind die Haare *h* hervorgegangen; die Segmente des zweiten Umlaufes producirten die Blätter I, II, III; im dritten Umlaufe sind nur mehr zwei Segmente vorhanden. Der Übergang aus der dreireihigen in die zweireihige Blattstellung erfolgte nach Bildung des Segmentes IV. Aber schon vor Bildung des Segmentes V hatte die Scheitelzelle eine langgezogene Gestalt angenommen.

Fig. 7 (350). Noch älteres Entwicklungsstadium eines Seitensprosses.
A. Im optischen Querschnitte,
B. im optischen Längsschnitte.
Bezeichnung wie in der früheren Figur. Der Übergang in die ½ Stellung erfolgte schon mit Bildung des Segmentes IV.

Fig. 8 u. 9. ***Fiss. grandifrons Brid.***

Fig. 8 (350). Junge Sprossanlage in Oberflächenansicht. (Vgl. Fig. 5.)

Fig. 9 (350). Ansicht wie in der früheren Figur. Die Sprossanlage etwas weiter entwickelt; ihr Scheitel schon von einigen Haarpapillen überdeckt. Vergl. Text pg. 57.

Fig. 10. Ansicht der Blattlage in der Vegetationsspitze von *Fiss. adianthoides*.

Tafel II.

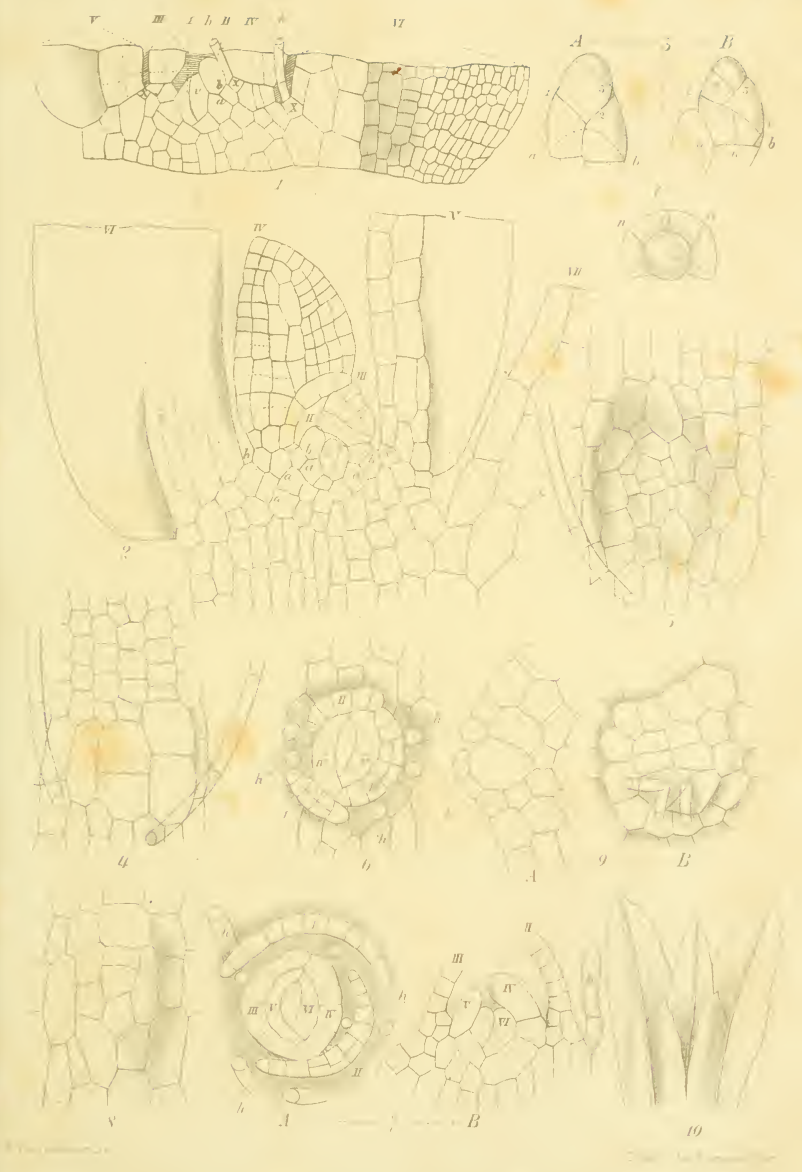
Fig. 1—3. ***Fiss. adianthoides.***

Fig. 1 (540). Junge Sprossanlage,
1. *a* in Oberflächenansicht,
1. *b* bei gleicher Lage und tieferer Stellung. Vergl. Text pg. 57.
1. *c* Seitenansicht (im radialen Längsschnitt durch den Mutterspross, Schnittebene nach x—y.

Fig. 2 (160). Radialer Längsschnitt durch den Grund eines Seitensprosses mit einer Sprossanlage. *v* Scheitelzelle.

Fig. 3 (320). Schnitt und Ansicht wie in der früheren Figur, aber aus einem jüngeren Stammtheile. Die in der Zeichnung schraffirte Gewebepartie hob sich im Präparate durch die helle Färbung der Zellwände von dem übrigen Gewebe (mit gebräunten Wänden) scharf ab. Die demselben Segmente angehörigen Zellen sind immer in gleicher Richtung schraffirt.

Fig. 4 (350). Querschnitt durch einen jungen Seitenspross von *Fiss. grandifrons*. (Vergl. Fig. 8 und 9 der Taf. I.) *h* Haare, aus den Segmenten des ersten Umlaufes entsprungen. In Fig. *A* ist die Flächen-


1
A
5
B
2
4
6
7
8
9
A
B
10

x

1 a

III

I

II

y

1 b.

III

1

II

1 c

III

II

h

h

I

IV

II

III

h

h

h

4

A

B

C

2

1

1

2

6

1

1

A

5

B

7

h

I

II

h

3

9

A

8

B

II

h

I

10

I

II

III

IV

11

a

12

ansicht des aus dem Segmente II hervorgegangenen Blattes dargestellt. Ebenso zeigt Fig *B* das dem Segmente III und Fig. *C* das dem Segmente I entsprehende Blatt in Flächenansicht. Vergl. Text pg. 57.

Fig. 5—8 und Fig. 12. ***Fiss. bryoides.***

Fig. 5 (350). Ansicht eines in einer Blattachsel gelegenen Sprosstheiles mit der bedeutend vergrösserten und papillös hervortretenden Zelle.

A. In Flächenansicht,

B. im medianen Längsschnitte.

Fig. 6 (350). Anlage eines männlichen Sprosses mit den Segmenten 1 u. 2 und der papillös hervortretenden Scheitelzelle (Antheridiumanlage ?).

Fig. 7 (350). Seitenansicht einer männlichen Sprossanlage (Abnorme Bildung. Verg. Text pg. 60).

Fig. 8 (350). Normale Anlage eines männlichen Sprosses.

A. In Seitenansicht,

B. in Spitzenansicht. (Theilweise schematisch.)

Fig. 9—11. ***Fiss. taxifolius.***

Fig. 9 (350). Sprossanlage am Grunde eines kaum 1 Mm. langen Sprosses in der Achsel eines kleinen Blattes, in Spitzenansicht. *h* Insertionsstellen der den Scheitel deckenden Haare (Einstellung in die Ebene der Scheitelzelle.)

Fig. 10 (350). Präparat der früheren Figur in Seitenansicht.

Fig. 11 (350). Eine ältere Sprossanlage mit deutlicher Blattbildung.

Fig. 12 (350). Ansicht wie in Fig. 5. Das Präparat wurde von einem weiblichen Sprosse genommen, der weiter spitzen- wie auch grundwärts entwickelte männliche Sprosse zeigte. Die Zelle *a* ist papillös hervorragend.
